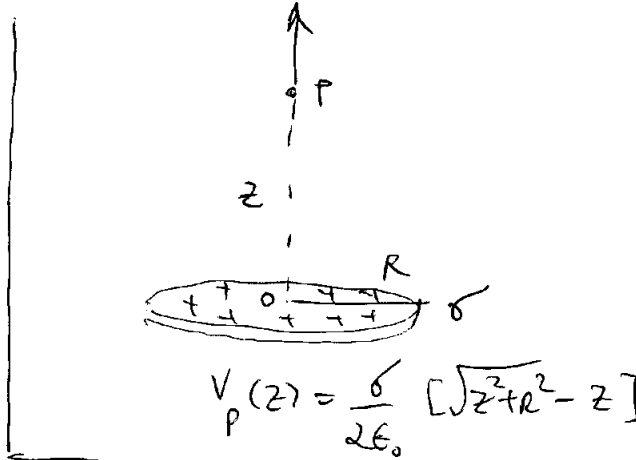
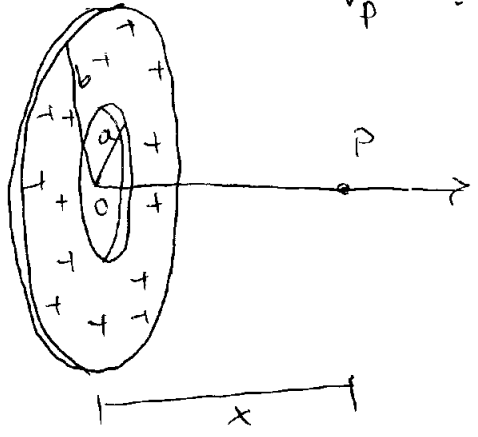


Ex

$z \text{ axis } z (m'o)$

$V_p = ?$



$V_p(z) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} [\sqrt{z^2 + R^2} - z]$

$V_p = V_{+p} + V_{-p}$

$= \frac{\sigma}{2\epsilon_0} [\sqrt{x^2 + b^2} - x]$

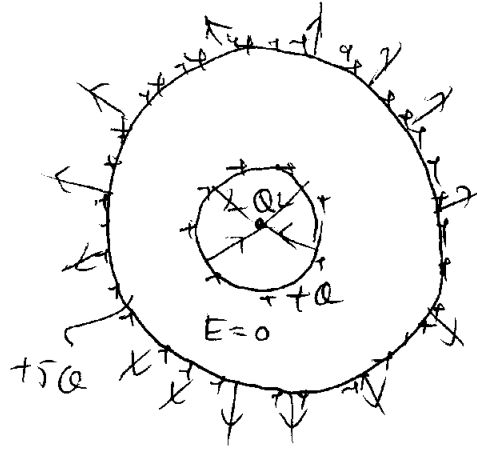
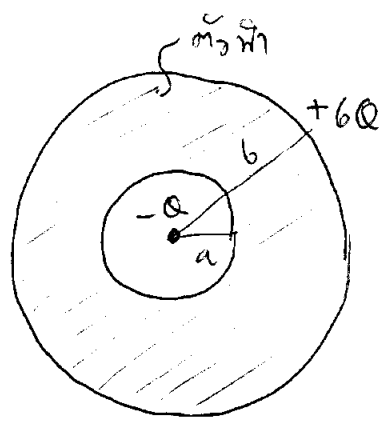
$+ \frac{-\sigma}{2\epsilon_0} [\sqrt{x^2 + a^2} - x]$

$V_p = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} [\sqrt{x^2 + b^2} - \sqrt{x^2 + a^2}]$

$+\sigma$

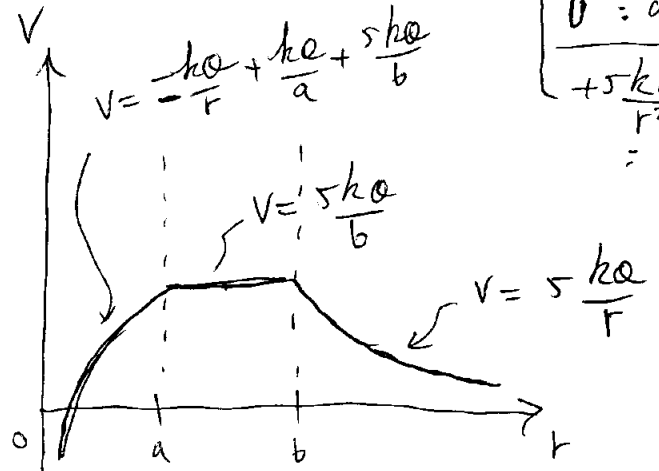
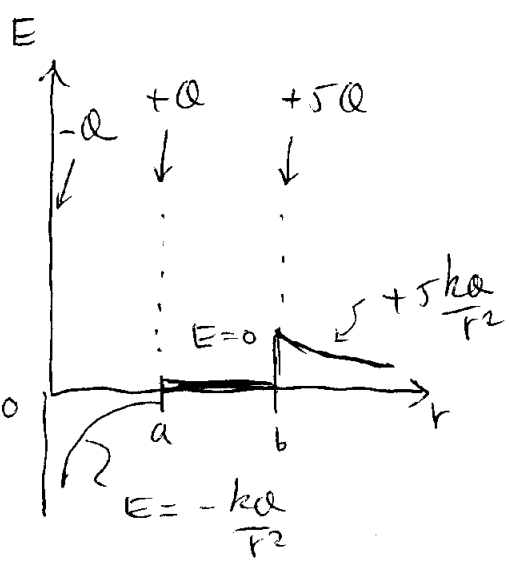


Ex



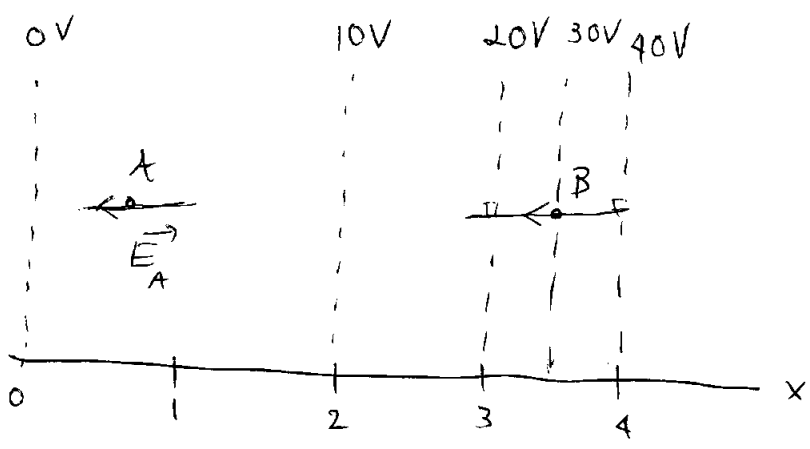
$-Q @ r=0$
 $+Q @ r=a$
 $+5Q @ r=b$

$E = \begin{cases} -\frac{kQ}{r^2} \hat{r} & 0 \leq r < a \\ 0 & a < r < b \\ +\frac{5kQ}{r^2} \hat{r} & r > b \end{cases}$



* $\frac{dV}{dr} = -E$ (continuous function)

Ex



$$E_x = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$$

สนามไฟฟ้าที่
จุด A และ B

$$E_B = \frac{40 - 20}{1} = -20 \left[\frac{V}{m} \right]$$

$$E_A = \frac{10 - 0}{2} = -5 \left[\frac{V}{m} \right]$$

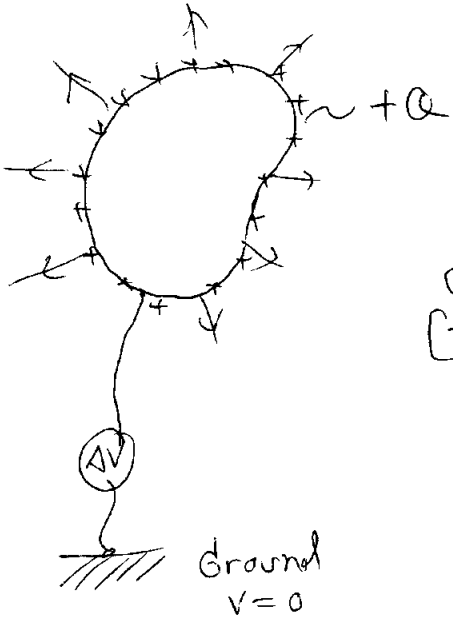
$$\vec{F}_+ = q\vec{E}$$

$$\vec{F}_- = -q\vec{E}$$

ความจุไฟฟ้า (Capacitance)

Capacity

Capacitor (ตัวเก็บประจุ),
Condenser



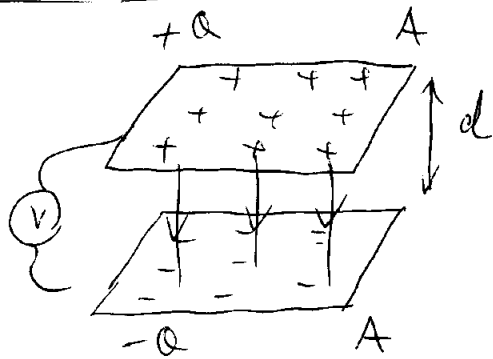
$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = CV$$

[F] [$\frac{C}{V}$]

farad หรือ

ความจุไฟฟ้า คือ ความสามารถของตัวเก็บประจุในการ
กักเก็บประจุไฟฟ้าต่อความต่างศักย์ไฟฟ้า

1111111111 (Parallel Plate Capacitor)



พื้นที่ A $V = U = \int E \cdot dl$

$$\sigma = \frac{Q}{A}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{V}{d}$$

$$\frac{Q}{A\epsilon_0} = \frac{V}{d}$$

$$C = \frac{Q}{V} = \boxed{\frac{\epsilon_0 A}{d}}$$

$C \propto A$ \Leftarrow พื้นที่

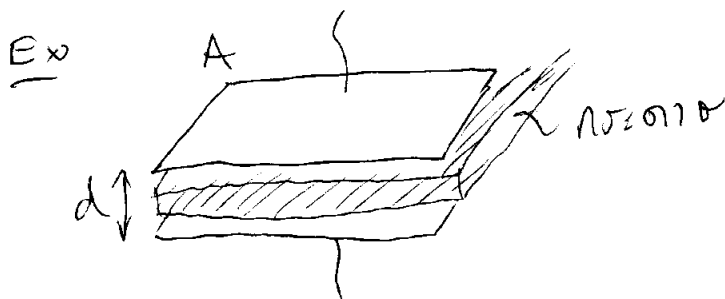
$C \propto \frac{1}{d}$ \Leftarrow ระยะห่าง

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ [F/m]}$ ค่าคงที่ของสุญญากาศ

ใส่สารไดอิเล็กทริก (Dielectric) ในตัวเก็บประจุ? $\epsilon > \epsilon_0$

$$C = \boxed{\frac{\epsilon A}{d}}$$

$E = \epsilon_r E_0$
 $\epsilon_r > 1$



$d = 1 \text{ [mm]}$

$A = 2 \text{ [cm]} \times 3 \text{ [cm]}$

$\epsilon_r = 3.7$

$C = ?$

$$C = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 A}{d}$$

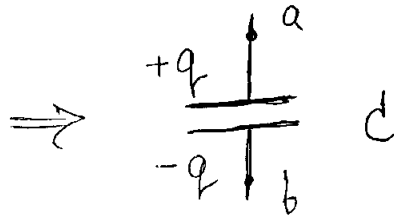
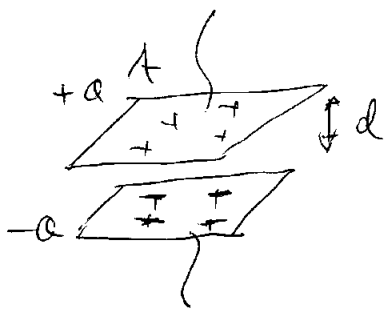
$$= \frac{(3.7)(8.85 \times 10^{-12})(6 \times 10^{-4})}{1 \times 10^{-3}} \text{ [F]}$$

$$= 3.7 \times 8.85 \times 6 \times 10^{-12-4+3} \text{ [F]}$$

$$\approx \mathbf{20 \text{ [pF]}}$$

	ϵ_r
อากาศ	1
Teflon	2
สารไดอิเล็กทริก	3-4
SiO_2	3.9
H_2O	90
BaTiO_3	10,000

pF nF μF mF F



$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$

$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow V = \frac{Q}{C}$$

$$V_{ab} = V_b - V_a = \boxed{\frac{-Q}{C}}$$

$$V_{ba} = \frac{+Q}{C}$$

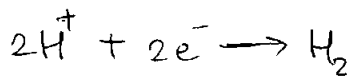
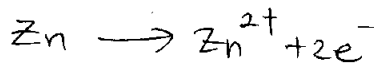
ตามทฤษฎีของศักย์ไฟฟ้า
ที่จุด b เป็น 0

⇒ ปริมาณประจุไฟฟ้าในกรณีนี้คือ: $Q = CV$

แบตเตอรี่ (Battery)

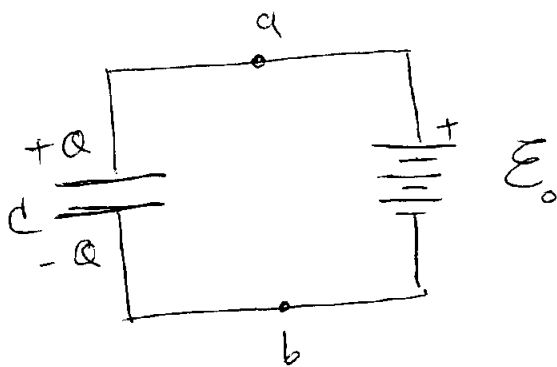
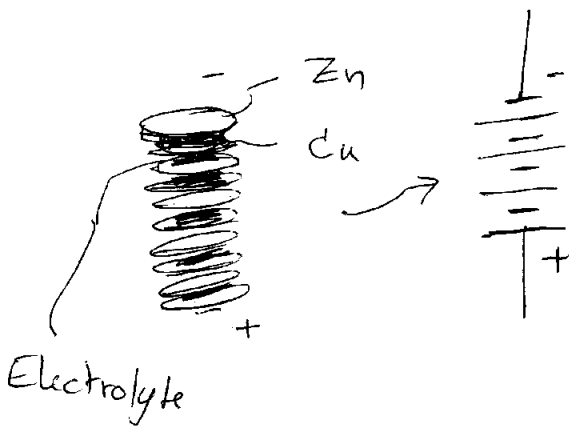
→ แหล่งพลังงานเคมี

Alessandro Volta



แบตเตอรี่มีศักย์ไฟฟ้า \mathcal{E}_0 หรือ V_0

⇒ Electromotive force [V]



$$V_{ab} = -\frac{Q}{C} = -\mathcal{E}_0$$

$$\boxed{Q = \mathcal{E}_0 C}$$

ปริมาณประจุที่สะสมในตัวเก็บประจุ

พลังงานไฟฟ้าในตัวเก็บประจุ

⇒ ไล่ประจุ dq ทั่วตัว C หนึ่งอันแล้วหาพลังงาน dU

พลังงานรวม

$$dq = C dV$$

$$U_c = \int_0^Q dU = \int_0^Q V dq = \int_0^{V_c} V C dV$$

$$\begin{aligned} U_c &= \frac{1}{2} C V_c^2 \\ &= \frac{1}{2} Q V_c \\ &= \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \end{aligned}$$

[J]

$$Q = CV$$

$$V = \frac{Q}{C}$$

พลังงานที่เก็บในตัวเก็บประจุ

* ตัวเก็บประจุที่เก็บพลังงานไฟฟ้าไว้

Conductor

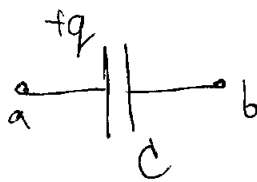


$$V_a = V_b$$

$$V_{ab} = V_b - V_a = 0$$

ตัวนำไฟฟ้าเหมือนกัน
บนตัวนำไฟฟ้า

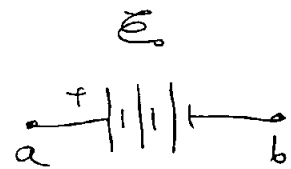
Capacitor



$$V_{ab} = -\frac{q}{C}$$

$$V_{ba} = +\frac{q}{C}$$

Battery

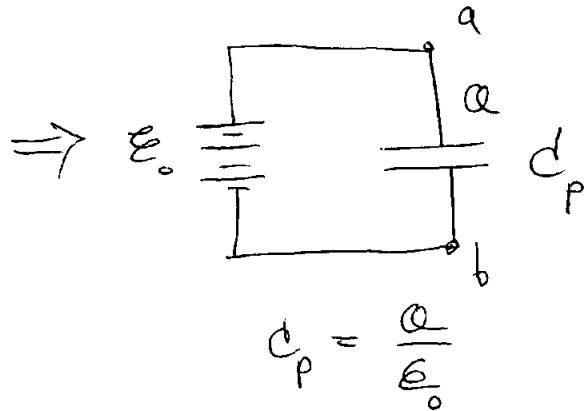
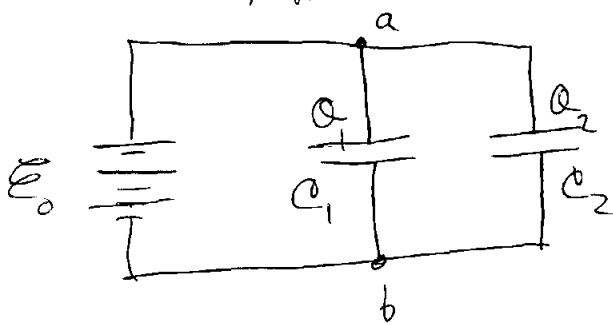


$$V_{ab} = -\mathcal{E}$$

$$V_{ba} = +\mathcal{E}$$

การต่อวงจรกับขั้วไฟฟ้า

① การต่อขนาน Parallel



$$Q_1 + Q_2 = Q$$

$$C_P = \frac{Q}{E_0}$$

$$\frac{Q_1}{E_0} + \frac{Q_2}{E_0} = \frac{Q}{E_0}$$

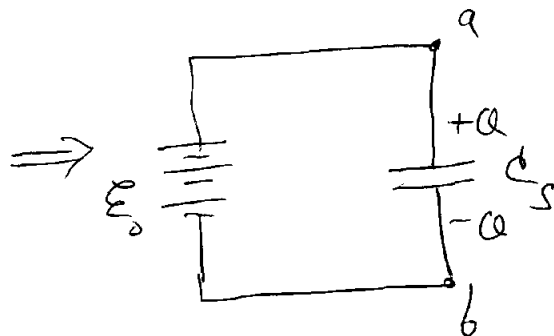
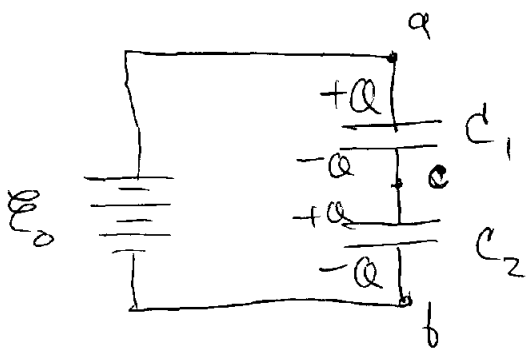
$$C_1 + C_2 = C_P \Rightarrow$$

$$C_P = C_1 + C_2$$

ต่อขนาน ความจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

\Rightarrow เก็บประจุได้มากขึ้นที่ความต่างศักย์เท่าเดิม

② การต่ออนุกรม Series



$$V_{ab} = V_{ac} + V_{cb}$$

$$-E_0 = -\frac{Q}{C_1} - \frac{Q}{C_2}$$

$$\frac{Q}{C_S} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} \Rightarrow$$

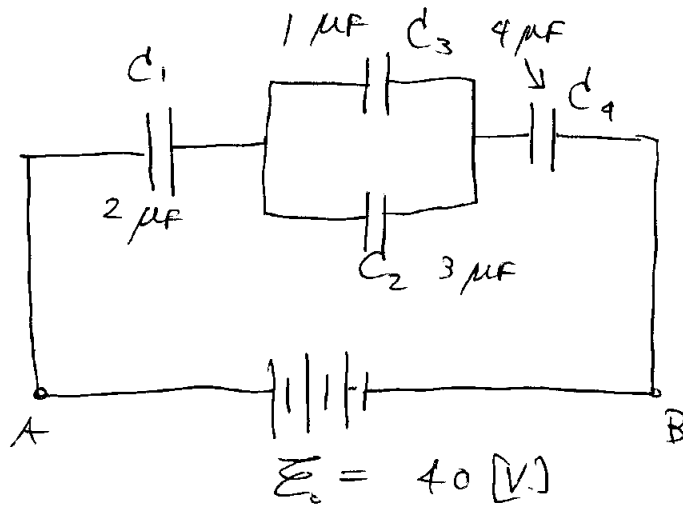
$$E_0 = \frac{Q}{C_S}$$

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_S = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

\Rightarrow ต่อขนาน ~~ความจุ~~ ความจุลดลง
ความจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

Ex



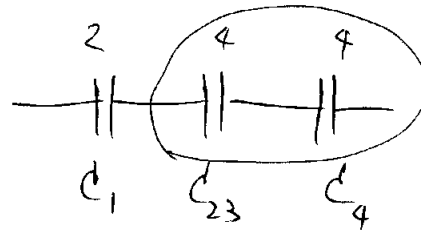
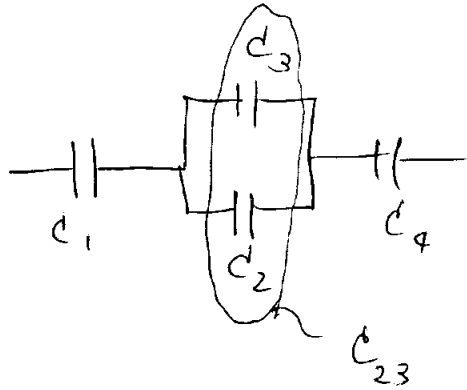
$$C_1 = 2 [\mu F]$$

$$C_2 = 3 [\mu F]$$

$$C_3 = 1 [\mu F]$$

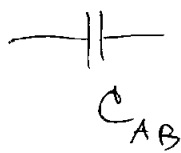
$$C_4 = 4 [\mu F]$$

$$E_0 = 40 [V]$$

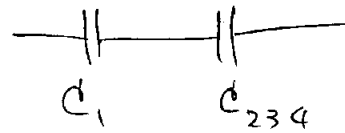


$$C_{23} = C_2 + C_3 = 1 + 3 \mu F = 4 \mu F$$

⇓



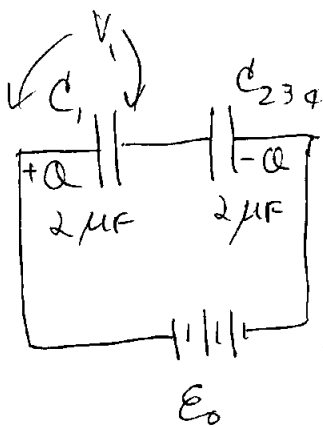
⇐



$$C_{AB} = \frac{C_1 C_{234}}{C_1 + C_{234}} = \frac{(2)(2)}{2+2}$$

$$C_{234} = \frac{C_{23} C_4}{C_{23} + C_4} = \frac{(4)(4)}{4+4} \mu F = 2 \mu F$$

$$= \boxed{1 [\mu F]}$$



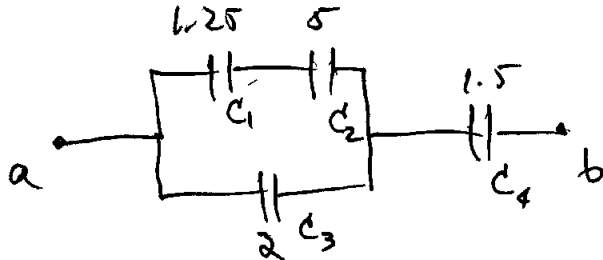
$$Q_{AB} = E_0 C_{AB} = (40)(1) = \boxed{40 [\mu C]}$$

$$U_{AB} = \frac{1}{2} C V^2 = \left(\frac{1}{2}\right) (1 \times 10^{-6}) (40)^2 = \boxed{800 [\mu J]}$$

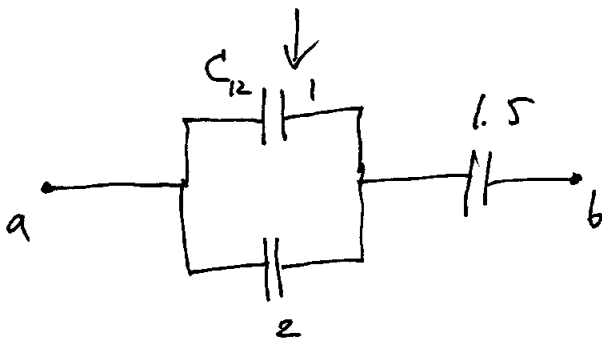
$$C_1 \text{ SUR: } Q_1 = Q = 40 [\mu C]$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{40 [\mu C]}{2 [\mu F]} = \boxed{20 [V]}$$

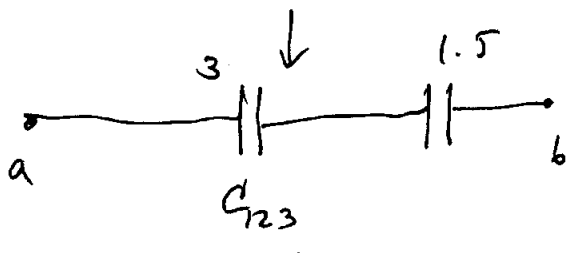
Exo



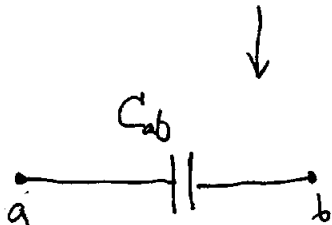
unit μF



$$C_{12} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{(1.25)(5)}{1.25 + 5} = 1 \mu F$$

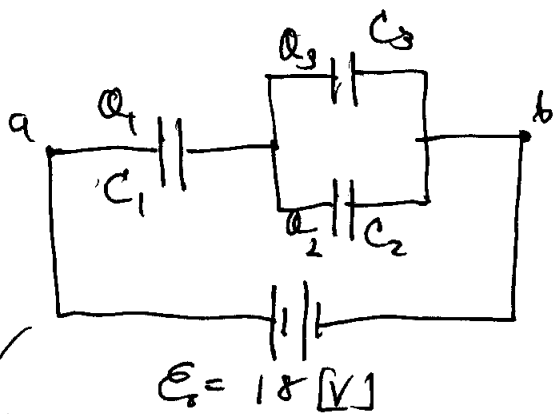


$$C_{123} = C_{12} + C_3 = 1 + 2 = 3 \mu F$$



$$C_{ab} = \frac{C_{123} C_4}{C_{123} + C_4} = \frac{(3)(1.5)}{3 + 1.5} = 1 \mu F$$

Exo



$C_1 = 15 \mu F$

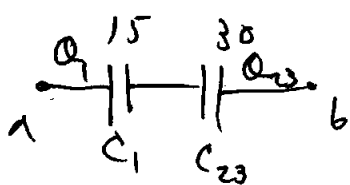
$C_2 = 10 \mu F$

$C_3 = 20 \mu F$

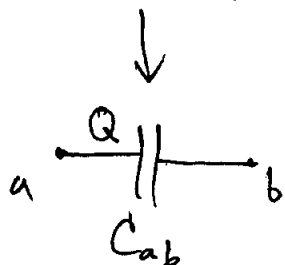
$C_{ab} = ? \quad Q_1 = ?$

$Q_2 = 60 \mu C$
 $Q_3 = 120 \mu C$

$E_s = 18 [V]$



$$C_{23} = C_2 + C_3 = 10 + 20 \mu F = 30 \mu F$$



$$C_{ab} = \frac{C_1 C_{23}}{C_1 + C_{23}} = \frac{(15)(30)}{15 + 30} = 10 \mu F$$

$$Q = C_{ab} E_s = (10 \times 10^{-6})(18) = 180 \mu C$$

$$Q_1 = Q_{23} = Q = 180 \mu C$$

$Q_1 = Q_2 + Q_3$

$V_3 = V_2$

$\frac{Q_3}{C_3} = \frac{Q_2}{C_2} \Rightarrow \frac{Q_3}{Q_2} = \frac{C_3}{C_2} = \frac{2}{1}$